

Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Viskositas Dan Densitas Tetraetil Ortosilikat Dari Silika Abu Sekam Padi***The Effect of Reaction Time on Viscosity and Density of Tetraethyl Orthosilicate from Silica Rice Husk Ash***Dwi Rasy Mujiyanti^{1*}, Hayatun Nisa², Kholifatul Rosyidah², Dahlena Ariyani¹, Abdullah¹¹Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat Jl. Ahmad Yani Km. 35,8 Banjarbaru 70714 Kalimantan Selatan²Laboratorium Kimia Anorganik, Laboratorium FMIPA ULM Banjarbaru 70714, Indonesia*Corresponding Author: drmujiyanti@ulm.ac.id

Received: 2020-1-20

Received in revised: 2020-1-25

Accepted: 2020-5-20

Available online: 2020-5-31

Abstract

Tetraethyl Orthosilicate (TEOS) is a material is widely used in industrial fields. One source of silica (SiO₂) is rice husk ash. In this study was determined the effect of reaction time on viscosity and density in making TEOS from silica rice husk. Silica resulting from the purification of rice husk ash is used in the TEOS manufacturing process by examining the variation of reaction time. One mole of ethanol and 0.25 mole of silica powder were added into 250 ml of round bottom flask followed by the addition of 1 gram of CuO/Al₂O₃ catalyst then the mixture was refluxed for 30, 35, 40, 45 and 50 hours with sufficient stirring and a temperature of 90 °C. The FTIR characterization results show that there are three main functional groups, namely the -OH, Si-O and C-O groups in the five TEOS synthesis results. Wavenumbers of the -OH functional groups obtained ranged from 3349 cm⁻¹ - 3315 cm⁻¹; Si-O functional groups range from 813 cm⁻¹ - 606 cm⁻¹ and C-O functional groups range from 1105 cm⁻¹ - 1040 cm⁻¹. Reaction time has no significant effect on viscosity. Reaction time has no significant effect on the density and density of the resulting TEOS.

Keywords: Rice husk, reaction time, viscosity, density, TEOS.

Abstrak (Indonesian)

Tetraetil ortosilikat (TEOS) merupakan bahan yang banyak digunakan pada berbagai bidang industri. Salah satu sumber penghasil silika (SiO₂) adalah abu sekam padi. Pada penelitian telah ditentukan pengaruh waktu reaksi terhadap viskositas dan densitas dalam pembuatan TEOS dari silika sekam padi. Silika hasil dari pemurnian abu sekam padi digunakan dalam proses pembuatan TEOS dengan mengkaji variasi waktu reaksi. Sebanyak 1 mol etanol (58,4 mL) dan 0,25 mol (7 gram) serbuk silika ditambahkan kedalam 250 ml labu alas bulat diikuti oleh penambahan katalis CuO/Al₂O₃ sebesar 1 gram kemudian campuran direfluks selama 30, 35, 40, 45 dan 50 jam dengan pengadukan yang efektif dan temperatur sebesar 90 °C. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa terdapat 3 gugus fungsi utama yaitu gugus -OH, Si-O dan C-O pada kelima sampel hasil sintesis TEOS. Bilangan gelombang gugus fungsi -OH yang didapatkan berkisar antara 3349 cm⁻¹ - 3315 cm⁻¹; gugus fungsi Si-O berkisar 813 cm⁻¹ - 606 cm⁻¹ dan gugus fungsi C-O berkisar antara 1105 cm⁻¹ - 1040 cm⁻¹. Waktu reaksi tidak berpengaruh signifikan terhadap viskositas Waktu reaksi tidak berpengaruh signifikan terhadap densitas dan densitas TEOS yang dihasilkan.

Kata Kunci: Sekam padi, waktu reaksi, viskositas, densitas, TEOS.

PENDAHULUAN

Tetraetil ortosilikat (TEOS) banyak digunakan oleh pabrik semikonduktor yang ada di Indonesia. Penggunaan TEOS sangat banyak diantaranya dalam pembuatan keramik, lapisan tahan korosi, alat-alat semikonduktor, bahan dasar komposit (Rahim dkk.,

2011), katalis heterogen (Fatimah dkk., 2008), substrat elektronik, substrat lapisan tipis, adsorben (Suarya dkk., 2010) dan insulator listrik (Alhussein dkk., 2016; Zawrah dkk., 2009). Keuntungan penggunaan TEOS sebagai sumber atau prekursor silika karena TEOS menghasilkan partikel silika yang

sangat halus (Alhussein dkk., 2016). Selama ini TEOS masih diimpor dari Cina dan Jepang. Di sisi lain, silika banyak sekali terdapat di alam seperti pasir, kuarsa, gelas, sekam padi dan sebagainya (Soltani dkk., 2014)

Sekam padi merupakan residu pertanian yang jumlahnya melimpah di Indonesia, termasuk provinsi Kalimantan Selatan. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan (2016) mencatat produksi padi di Kalimantan Selatan pada tahun 2015 mencapai 2,14 juta ton atau meningkat sebesar 45 ribu ton yang setara 2,18% jika dibandingkan dengan produksi padi pada tahun 2014 yang tercatat sebesar 2,09 juta ton. Abu sekam padi mengandung silika sebanyak 87% - 97% berat kering (Handayani dkk., 2014; Harimu dkk., 2019; Tanasale dkk., 2015) sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Mujiyanti dkk. (2010) abu sekam padi mengandung silika sebanyak 95,6%. Tingginya kandungan silika pada sekam padi berpotensi sebagai bahan baku pembuatan TEOS. Pembuatan TEOS dari serbuk silikon dan etanol dengan menggunakan katalis alumina oksida telah dilakukan oleh (Alhussein dkk., 2016) dengan rendemen produk sebesar 80%. Reaksi tersebut berlangsung selama 40 jam dengan perbandingan mol etanol:silika sebesar 4:1.

Oleh karena itu pada penelitian pembuatan TEOS dari sekam padi ini, mengikuti metode yang dilakukan oleh Alhussein dkk.(2016) dengan variasi waktu reaksi. Senyawa TEOS yang dihasilkan dianalisis sifat fisiknya meliputi viskositas, densitas, dan gugus fungsinya menggunakan *Fourier Transform InfraRed* (FTIR).

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah hot plate stirrer (Stuart), neraca analitik (OHAUS), furnace *Muffle*, ayakan 240 mesh, peralatan gelas (pipet tetes, pipet gondok, erlenmeyer, gelas piala, corong, labu alas bulat), *Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy* (Shimadzu Prestige 21), oven (Mettler), cawan porselin, piknometer, viskometer. Bahan-bahan yang digunakan adalah sekam padi, etanol 95-97% (Merck), HCl 37% (Merck), Al_2O_3 , kertas saring Whatman No 42, dan akuades.

Prosedur kerja

Preparasi Abu Sekam Padi

Sekam dicuci dengan air untuk menghilangkan kotoran terutama tanah liat, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Sekam yang telah kering ditimbang 50 gram sampel. Sampel kemudian dibakar

pada suhu 600 °C selama 4 jam. Proses pemanasan dengan suhu tinggi dilakukan untuk menghilangkan komponen organik dengan menggunakan tungku pemanas. Abu sekam digerus dan diayak dengan ayakan 240 mesh sehingga didapat ukuran yang homogen (Ginanja dkk., 2014)

Pemurnian Silika Abu Sekam Padi

Proses pemurnian dilakukan dengan cara memasukkan sampel berupa abu sekam padi ke dalam gelas piala dan dibasahi dengan akuades panas, kemudian ditambahkan HCl pekat sebanyak 5 mL dan diuapkan sampai kering. Penambahan HCl dilakukan sebanyak tiga kali. Sampel telah kering ditambahkan 20 mL akuades dan 1 mL HCl pekat dan dibiarkan di atas penangas air selama 30 menit. Sampel tersebut kemudian disaring dengan kertas saring bebas abu dan dicuci 4 sampai 5 kali dengan akuades panas. Hasil dari penyaringan berupa residu padat beserta kertas saringnya dipanaskan mula-mula pada suhu 300 °C selama 3 jam hingga kertas saring menjadi arang. dilanjutkan dengan memanaskan pada suhu 600 °C hingga yang tersisa hanya endapan silika (SiO_2) berwarna putih (Mujiyanti dkk., 2010)

Pembuatan katalis CuO/Al_2O_3 dengan Metode Impregnasi

Penyangga $\gamma-Al_2O_3$ diaktivasi di dalam oven selama 2 jam sebanyak 9 gram pada suhu 110°C, dibuat larutan impregnan yaitu 9 gram $\gamma-Al_2O_3$ dilarutkan dalam 30 mL akuades dalam gelas beker 250 mL dan diaduk (Larutan I). Ditimbang sebanyak 2,683 gram Tembaga (II) Klorida dihidrat ($CuCl_2 \cdot 2H_2O$) larutkan dalam 70 mL akuades dalam gelas beker 100 mL dan diaduk (Larutan II). Setelah itu, larutan I dan larutan II dicampurkan ke dalam gelas piala lain kemudian dipanaskan pada suhu 60-70 °C sambil diaduk hingga terbentuk kering atau pasta. Pasta yang telah terbentuk dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 120 °C selama 2 jam. Terakhir, dikalsinasi dalam tanur pada suhu 500 °C selama 5 jam.

Proses Sintesis TEOS

Sebanyak 1 mol etanol (58,4 mL) dan 0,25 mol (7 gram) serbuk silika ditambahkan kedalam 250 ml labu alas bulat diikuti oleh penambahan katalis *alumina oxide* sebesar 1 gram kemudian campuran direfluks pada waktu reaksi yang telah divariasikan selama 30, 35, 40, 45 dan 50 jam dengan pengadukan yang efektif dan temperatur sebesar 90 °C. Reaksi dimonitor sampai keadaan gas hidrogen yang terbentuk stabil. Pada akhir reaksi campuran disaring untuk memisahkan silikon dan katalis. Produk TEOS yang dihasilkan dilakukan uji viskositas dan uji

densitas kemudian dianalisis menggunakan FTIR (Alhussein dkk., 2016)

Penentuan Viskositas

Sampel dimasukkan dalam viskometer dan dibiarkan dalam penangas air hingga mencapai temperature 40 °C. Waktu yang diperlukan sampel untuk mengalir dari tanda pertama hingga tanda kedua dicatat (detik). Pengukuran dilakukan dua kali dan dihitung harga rata-rata viskositasnya. Sesuai dengan persamaan 1.

$$V = \frac{(C_1 \times t_1) + (C_2 \times t_2)}{2} \quad (1)$$

dimana V adalah viskositas (mm²/s), C₁ dan C₂ adalah konstanta pada viskometer dan t₁ adalah waktu alir (detik) awal, t₂ adalah waktu alir akhir (detik).

Penentuan Densitas

Piknometer yang kering dan bersih ditimbang beratnya, kemudian sampel dimasukkan ke dalam piknometer sampai tanda batas tanpa adanya gelembung udara. Bagian luar piknometer harus dalam keadaan bersih dan kering, setelah itu ditimbang beratnya. Dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali. Densitas (D) dari sampel dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.

$$D = \frac{W_1 - W_0}{V} \quad (2)$$

dimana W₁ adalah berat piknometer berisi sampel, W₀ adalah berat piknometer kosong (g), dan V adalah volume piknometer (mL).

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menampilkan data yang diperoleh dari penelitian ini yaitu data viskositas, densitas, dan spektrum FT-IR dalam bentuk tabel atau grafik yang kemudian dianalisis secara deskriptif untuk melihat pengaruh waktu reaksi terhadap pembentukan TEOS dengan membandingkan dengan refeensi dari penelitian sebelumnya. Untuk data viskositas dan densitas dibandingkan dengan referensi yaitu viskositas dan densitas TEOS komersial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Abu Sekam Padi

Tahapan preparasi ini dilakukan untuk menghilangkan komponen organik seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin yang ada pada sekam padi (Chandra dkk., 2012, Ginanja dkk., 2014, Harimu dkk., 2019). Tahapan preparasi dimulai dengan

pencucian sekam padi untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada sekam padi seperti lumpur, debu dan lain sebagainya. Sekam padi yang telah dicuci kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari sampai kering.



Gambar 1. Hasil pencucian dan pengeringan sekam padi



Gambar 2. Hasil pembakaran sekam padi

Proses pengabuan dilakukan pada suhu 600 °C selama 4 jam untuk menghilangkan senyawa organik dalam sekam padi dan mencegah terjadinya transformasi silika yang berstruktur amorf menjadi kristalin (Chandra dkk., 2012). Hasil dari pembakaran sekam padi berupa abu yang berwarna putih keabu-abuan kemudian diayak menggunakan ayakan 240 mesh untuk menyeragamkan ukuran partikel agar pemurnian yang dilakukan pada tahap berikutnya lebih efektif (Sari, 2013). Kadar abu sekam padi yang diperoleh sebesar 24,45%. Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Nopianingsih dkk., 2015) 1000 g sekam padi dibakar dalam tanur dengan suhu 700 °C didapatkan kadar abu dalam sekam sebesar 20,20%, berwarna putih.

Analisis terhadap sekam padi yang dipanaskan dalam tungku pembakaran yang sudah diatur temperatur pembakarannya 300-700 °C untuk dibandingkan warna abu yang terbentuk. Hasil yang

diperoleh menunjukkan semakin rendah temperatur pembakaran maka waktu yang diperlukan untuk menghasilkan abu sekam padi berwarna keputih-putihan menjadi lebih lama. Hal ini dikarenakan pembakaran pada karbon dalam sekam padi pada temperatur yang rendah memiliki kecepatan pembakaran yang rendah (Chakraverty, 1988).



Gambar 3. Hasil pembuatan katalis $\text{CuO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dengan metode impregnasi

Pemurnian Silika Abu Sekam Padi

Kadar silika abu sekam setelah dimurnikan adalah 87,87%. Berdasarkan penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Maulidiyah (2017) abu sekam padi yang telah dimurnikan menggunakan katalis kemudian dikarakterisasi dengan XRF didapatkan hasil kadar kandungan silika (Si) dalam abu sekam padi sebesar 89%. Maulidiyah (2017) juga melaporkan bahwa dengan melakukan pemurnian abu sekam padi menggunakan HCl dapat meningkatkan persentase kandungan unsur Si pada abu sekam padi.

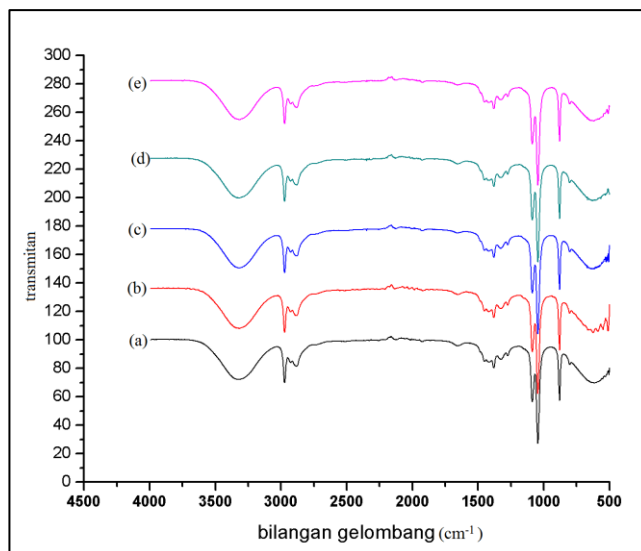
Pembuatan Katalis $\text{CuO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dengan Metode Impregnasi

Pembuatan katalis $\text{CuO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dengan metode impregnasi dengan terlebih dahulu melakukan pengeringan pengemban $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ di dalam oven selama 2 jam untuk menguapkan zat pengotornya yang dapat menghalangi penetrasi larutan impregnan kedalam bahan pengemban (Dewi dkk., 2016). Kemudian $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dilarutkan dalam 30 mL akuades (Larutan I) dan tembaga (II) klorida dihidrat ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dilarutkan dalam 70 mL akuades (larutan II) diaduk hingga larut. Larutan I dan larutan II dicampurkan dalam gelas beker lain kemudian dipanaskan pada suhu 60-70 °C sambil diaduk hingga terbentuk kering atau pasta. Setelah terbentuk pasta dilakukan pengeringan di oven pada suhu 120 °C selama 2 jam. Pengeringan bertujuan untuk mengkristalkan garam logam pada permukaan pori pengemban. Jika tidak dilakukan dengan benar, akan dihasilkan distribusi konsentrasi yang tidak merata (Dewi dkk., 2016). Terakhir, dikalsinasi dalam tanur

pada suhu 500 °C selama 5 jam. Kalsinasi adalah proses pemanasan dengan temperatur tinggi, tetapi masih di bawah titik lebur yang bertujuan untuk menghilangkan pelarut. Proses kalsinasi hasil impregnasi menyebabkan pelepasan air sehingga luar permukaan pori-pori katalis bertambah yang meningkatkan kemampuan absorpsi (Dewi dkk., 2016).

Analisis menggunakan FTIR

Analisis gugus fungsional dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi senyawa yang terdapat pada larutan hasil refluks. Senyawa hasil refluks dianalisis pada rentang bilangan gelombang 400-4500 cm^{-1} . Spektrum FTIR senyawa hasil refluks dengan variasi waktu reaksi dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan spektrum FTIR pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa tidak tampak perubahan transmittan secara signifikan dari kelima sampel tersebut. Hasil pengukuran dengan FTIR, diperoleh beberapa gugus fungsi dengan bilangan gelombang tertentu pada 5 perlakuan sampel tersebut yang dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 4. Spektrum IR hasil refluks a). 30 jam, b). 35 jam, c). 40 jam, d). 45 jam, dan e). 50 jam

Gugus fungsi Si-O dapat dilihat pada tiap-tiap variasi waktu ada perbedaan bilangan gelombang baik dari Si-O simetris maupun asimetris. Pada variasi A30 (30 jam) didapatkan gugus fungsi Si-O asimetris dengan pita serapan 813 cm^{-1} , sampel A35 (35 Jam) terjadi pergeseran bilangan gelombang menjadi 800 cm^{-1} , sampel A40 (40 jam) kembali terjadi pergeseran menjadi 798 cm^{-1} kemudian pada sampel A 45 (45 Jam) bilangan gelombang Si-O terjadi pergeseran kembali menjadi 800 cm^{-1} seperti pada sampel A35 yaitu 800 cm^{-1} kemudian pada sampel A50 (50 jam)

bilangan gelombang Si-O asimetris sama dengan bilangan gelombang pada sampel A40 yaitu 798 cm^{-1} .

Gugus fungsi Si-O simetris pada A30 memiliki bilangan gelombang yang sama dengan bilangan gelombang A45 yaitu 640 cm^{-1} . Sedangkan untuk variasi yang lain memiliki bilangan gelombang yang berbeda-beda. gugus fungsi Si-O simetris masing-masing pada A35, 40 dan 50 ditunjukkan pada bilangan gelombang 650 cm^{-1} , 616 cm^{-1} dan 606 cm^{-1} .

cm^{-1} . Data pita serapan ini menunjukkan bahwa terdapatnya gugus C-H pada pada setiap sampel.

Gugus C-H ini kemungkinan dari TEOS yaitu $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ atau kemungkinan juga dari etanol. Gugus fungsi O-H terbaca pada kelima sampel baik regangan maupun bengkakan. Dari Tabel 1 diperoleh pita serapan untuk regangan gugus O-H masing-masing sampel yaitu 3349 cm^{-1} , 3315 cm^{-1} , 3344 cm^{-1} , 3325 cm^{-1} , dan 3315 cm^{-1} . Sampel A35 dan A50 memiliki

Tabel 1. Nilai bilangan gelombang dan gugus fungsi dari kelima perlakuan terhadap sampel

Bilangan gelombang (cm^{-1})					Jenis Vibrasi
A30	A35	A40	A45	A50	
3349	3315	3344	3325	3315	Regangan O-H
2967, 2888	2980, 2895	2975, 2887	2970, 2892	2960, 2895	Regangan asimetris C-H
2615	2625	2709	2750	2744	Regangan simetris C-H
1650	1656	1 670	1648	1665	Bengkakan O-H
1465, 1393, 1332	1470, 1400, 1325	1458, 1396, 1336	1470, 1389, 1335	1480, 1351, 1328	Bengkakan C-H
1278	1260	1280	1287	1290	Goyangan CH_3
1104, 1050	1105, 1040	1098, 1050	1095, 1056	1105, 1056	Regangan C-O
870	884	875	890	884	Regangan C-C
813	800	798	800	798	Regangan asimetris SiO_4
640	650	616	640	606	Regangan simetris SiO_4

Selain itu gugus fungsi C-O juga menunjukkan pita serapan yang berbeda-beda pada masing-masing variasi waktu yaitu pada sampel A30 yaitu pada 1104 cm^{-1} , 1050 cm^{-1} , sampel A35 yaitu pada 1105 cm^{-1} , 1040 cm^{-1} , sampel A50 yaitu pada 1105 cm^{-1} , 1056 cm^{-1} , serta sampel A40 dan A45 untuk gugus C-O pada bilangan gelombang 1098 cm^{-1} , 1050 cm^{-1} dan 1095 cm^{-1} , 1056 cm^{-1} . Dari kelima sampel ini dapat dilihat perbedaan bilangan gelombang yang tidak teralu jauh. Pergeseran bilangan gelombang pada setiap gugus di atas menunjukkan adanya pengaruh dari lamanya waktu reaksi yang telah dilakukan dan juga dipengaruhi oleh gugus-gugus lain yang berikatan dengannya (Pavia dkk., 2015)

Gugus fungsi C-H dari kelima sampel juga mengalami pergeseran bilangan gelombang. Pergeseran yang terjadi pada bilangan gugus fungsi regangan asimetris dan simetris C-H tidak terlalu besar yakni untuk simetris C-H terjadi pergeseran kearah bilangan gelombang tinggi tetapi pada sampel A50 bilangan gelombang kembali begeser kearah bilangan gelombang rendah. Untuk gugus asimetris C-H mengalami pergeseran fluktuatif yaitu untuk A30 $2967, 2888\text{ cm}^{-1}$; A35 $2980, 2895\text{ cm}^{-1}$; A40 $2975, 2887\text{ cm}^{-1}$; A45 $2970, 2892\text{ cm}^{-1}$; dan A50 $2960, 2895$

bilangan gelombang O-H yang sama. Gugus fungsi -OH ini dapat diasumsikan berasal dari etanol yang masih ada dalam sampel seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Alhussain dkk. (2016). Berdasarkan perbandingan hal tersebut, didapatkan bahwa dari kelima sampel yang telah dianalisis mempunyai spektrum yang hampir mirip.

Tabel 2 . Hasil penentuan viskositas

Sampel	Viskositas	Nilai viskositas TEOS (Zhangjiagang Fortune Chemical Co., Ltd)
A30	3,67	
A35	3,21	4-7 cps (grade-40) ;
A40	2,90	1-3 cps (grade-32) dan
A45	3,16	0,97 cps (grade-28)
A50	2,74	

Penentuan Viskositas

Penentuan viskositas bertujuan untuk mengetahui kecepatan alir suatu larutan. Hasil viskositas dari larutan hasil reaksi dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa pada waktu 30, 35, dan 45 jam memiliki viskositas yang hampir mirip yaitu sebesar 3,67 cps; 3,21 cps dan 3,16 cps sedangkan pada sampel 40 dan 50 jam sebesar 2,90 cps dan 2,74 cps. Nilai viskositas yang diperoleh pada

Tabel 2 telah memenuhi standar nilai viskositas TEOS komersial yaitu 1-3 cps.

Penentuan Densitas

Penentuan densitas bertujuan untuk mengetahui massa jenis dari suatu larutan atau senyawa. Hasil densitas atau massa jenis dari larutan hasil reaksi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil penentuan densitas

Sampel	Viskositas	Nilai densitas TEOS (Zhangjiagang Fortune Chemical Co., Ltd)
A30	0,7917	
A35	0,8101	1,05-1,07 g/mL(grade-40)
A40	0,8144	0,97-1,00 g/mL(grade-32)
A45	0,8204	0,93-0,94 g/mL (grade-28)
A50	0,8131	

Tabel 3 menunjukkan hasil yang diperoleh dari proses refluks atau reaksi selama 30, 35, 40, 45 dan 50 jam. Variasi waktu reaksi ini untuk mengetahui apakah ada pengaruh terhadap densitas. Dapat dilihat massa jenis dari setiap perlakuan tidak terlalu jauh berbeda satu sama lain. Akan tetapi hasil yang diperoleh belum memenuhi nilai densitas TEOS komersial. Hal ini dikarenakan massa setiap volumenya rendah sehingga tidak dapat mencapai nilai densitas TEOS (Saputra dkk., 2017)

KESIMPULAN

Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa terdapat 3 gugus fungsi utama yaitu gugus -OH, Si-O dan C-O pada kelima perlakuan terhadap sampel hasil refluks. Bilangan gelombang gugus fungsi -OH yang didapatkan berkisar antara 3349-3315 cm^{-1} , gugus fungsi Si-O berkisar 813-606 cm^{-1} , dan gugus fungsi C-O berkisar antara 1105-1040 cm^{-1} . Waktu reaksi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap viskositas dan densitas TEOS. Nilai viskositas yang didapat berkisar 2,74-3,67 cps dan densitas berkisar 0,7917-0,8204 g/mL.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan FMIPA Universitas Lambung Mangkurat (ULM) yang telah mendanai penelitian ini melalui Penelitian DIPA Tahun Anggaran 2019, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor: 136/UN8.1.28/SP/2019. Juga kepada Laboratorium FMIPA ULM, Laboratorium Kimia Anorganik yang telah memberikan fasilitas untuk pelaksanaan penelitiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhussein, O., Elgorashi, E., and Bayahia, H., 2016. A Novel Method for Synthesis of Ethylsilicates and its Applications, *Asian J. Chem.*, 28, 2741–2744.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Selatan, 2016. *Survei Pertanian Produksi Tanaman Padi dan Palawija Provinsi Kalimantan Selatan 2016*, BPS, Kalimantan Selatan.
- Chandra, A., Miryanti, Y. A., Widjaja, L. B., & Pramudita, A., 2012. Isolasi dan Karakterisasi Silika dari Limbah Sekam Padi, *Res. Report - Engin. Sci.*, 2, 1-37.
- Dewi, T. K., Mahdi, dan Novriyansyah, T., 2016. Pengaruh Rasio Reaktan Pada Impregnasi Dan Suhu Reduksi Terhadap Karakter Katalis Kobalt/Zeolit Alam Aktif, *J. Teknik Kimia*, 22(3), 34-42.
- Fatimah, I., Rubiyanto, D., dan Huda, T., 2008. Peranan Katalis $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ -Montmorillonit Pada Reaksi Konversi Sitronelal Menjadi Isopulegol, *Reaktor*, 12(2), 83-89.
- Ginanja, R. R., Ma'ruf, A., dan Mulyadi, A. H., 2014. Ekstraksi Silika Dari Abu Sekam Padi Menggunakan Pelarut NaOH. *Prosiding Seminar nasional hasil-hasil penelitian dan Pengabdian LPPM UMP 2014*, Purwokerto.
- Handayani, P. A., Nurjanah, E., dan Rengga, W. D. P., 2014. Pemanfaatan limbah sekam padi menjadi silika gel, *J. Bahan Alam Terbarukan*, 3(2), 55-59.
- Harimu, L., Rudi, L., Haetami, A., Santoso, G. A. P., dan Asriyanti, A., 2019. Studi Variasi Konsentrasi NaOH dan H_2SO_4 Untuk Memurnikan Silika Dari Abu Sekam Padi Sebagai Adsorben Ion Logam Pb^{2+} dan Cu^{2+} . *Indo. J. Chem. Res.*, 6(2), 81-87.
- Maulidiyah, A. N., 2017. Sintesis dan Karakterisasi Nanozeolit Y dari Abu Sekam Padi dengan Variasi Suhu Hidrotermal, *Tesis*, Jurusan kimia. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Mujiyanti, D. R., Astuti, M. D., dan Umaningrum, D., 2010. Pembuatan Silika Amorf pada Limbah Sekam Padi Gambut di Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan, *Laporan Penelitian*, LPPM Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- NIOSH, 2005. *NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards: Department of Health & Human Services, Centers of Disease Control & Prevention*, [On-line], Available: www.amazon.com/NIOSH-Pocket-Guide-

- Chemical-Hazards/dp/1470098857 [Oct 17, 2019].
- Nopianingsih, N. N. S., Sudiarta, I. W., dan Sulihingtyas, W. D., 2015. Sintesis Silika Gel Terimobilisasi Difenilkarbazon Dari Abu Sekam Padi Melalui Teknik Sol Gel, *J. Kimia*, 9(2), 226-234.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., and Vyvyan, J. A., 2015. *Introduction to Spectroscopy Fifth Edition*, Cengage Learning, USA.
- Saputra, A.T., Muhammad, A.W. dan Irsan. 2017. Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas untuk Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis Zeolit Alat Teraktivasi, *J. Chemurgy*, 1(2), 1-6.
- Sari, D. M., 2013. Uji Fisis Komposit Polimer Resin Epoksi Berbasis Abu Sekam Padi dengan Agregat Pasir Sungai, *Skripsi*, Universitas Lampung, Lampung.
- Soltani, N., Bahrami, A., Pech-Canul, M. I., and González, L. A., 2014. Review On The Physicochemical Treatments Of Rice Husk For Production of Advanced Materials, *Chemical Engin. J.*, 264, 899-935.
- Suarya, P., Putra, A. A. B., dan Wisudawan, D., 2010. Interkalasi Tetraetil Ortosilikat (TEOS) pada Lempung Teraktivasi Asam Sulfat dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Warna Limbah Garmen, *J. Kimia*, 4(1), 43-48
- Tanasale, M. F. J. D. P., Tuhauruw, E., and Latupeirissa, J., 2015. The Capability Test of Rice Husk (*Oryza sativa*) as Active Carbon for Phenol Adsorption, *Indo. J. Chem. Res.*, 2(2), 223-230.
- Rahim, T. N. A., Mohamad, D., Ismail, A., and Md Akil, H., 2011. Synthesis of Nanosilica Fillers For Experimental Dental Nanocomposites and Their Characterizations, *J Physical Sciences*, 22, 93-105.
- Zawrah, M., El-Kheshen, A. A., and Abdelaal, H. 2009. Facile and Economic Synthesis Of Silica Nanoparticles, *J.Ovonic Res.*, 5, 129-133.